

PAT-NO: JP408336970A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08336970 A
TITLE: INK-JET TYPE RECORDING DEVICE
PUBN-DATE: December 24, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-------------------|---------|
| SARUTA, TOSHIHISA | |
| HOSONO, SATOSHI | |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|----------------------|---------|
| SEIKO EPSON CORP N/A | |

APPL-NO: JP08090515
APPL-DATE: March 18, 1996

INT-CL (IPC): B41J002/045 , B41J002/055 , B41J002/205 , H01L041/09

ABSTRACT:

PURPOSE: To form one dot from two or more ink droplets by adjusting the speed of ink droplets so that an ink droplet which is discharged first by a pulse signal is combined with an ink droplet which is discharged last while they are flying.

CONSTITUTION: When a printing pre-signal is input to a terminal IN1, the first charge pulse of a constant period is output synchronizing with its start-up edge. By the turning-on of a transistor Q1 by the charge pulse, a transistor Q2 constituting the first constant current circuit 21 is turned on, and the constant current is applied to a condenser C through a resistance R1. The terminal voltage of the condenser C is amplified by transistors Q6, Q7 to be applied to each terminal 6 from an output terminal OUT, and only specified piezoelectric oscillators 6, 6, 6... are charged at a gradient τC through transistors S, S, S... which are turned on selectively by a signal from a selective signal generation circuit 25. In this way, the oscillator 6 is contracted at start-up gradient τc to expand a pressure generation chamber, and a constant amount of ink is introduced from a common ink chamber into the pressure generation chamber.

COPYRIGHT: (C)1996, JPO

(Translation)

Case 5: Japanese Patent Laid-Open Publication No. 336970/1996

Title: INK-JET TYPE RECORDING DEVICE

Applicant: Seiko Epson Corp., Japan

(5-A)

A piezoelectric oscillator 6 is contracted at a rising gradient τ_c . Thus, a pressure generating chamber 9 is inflated so that a certain amount of ink is flown from a common ink chamber 11 into the pressure generating chamber 9.

When a time defined by a pulse width of a charge pulse I is elapsed, a transistor Q1 is made to be off so that a charge of a condenser C is stopped.

When a hold time is elapsed, a printing signal d is inputted to a printing signal input terminal IN2. Thus, a first discharge pulse I' for the printing signal is outputted from a discharge pulse generating circuit 22. At the same time, a time constant of a second constant current circuit 23 is set to be τ_{d1} by a time constant adjusting circuit 24.

A transistor Q4 constituting the second constant current circuit 23 is made to be on, and an electric charge of the condenser C is discharged by the time constant τ_{d1} . Thus, a terminal voltage of the condenser C is linearly descended at the rising time constant τ_{d1} .

The rising voltage is outputted to an output terminal OUT through transistors Q8 and Q9, and is applied to the respective piezoelectric oscillators 6, 6, 6 Since only the piezoelectric oscillators

6 to form dots are charged, only these piezoelectric oscillators 6, 6, 6 ... are discharged by the rising time constant τ_{d1} through diodes D, D, D ..., and elongated at a speed determined by the time constant τ_{d1} .

With the elongation of the piezoelectric oscillator 6, the pressure generating chamber 9 is contracted at a speed determined by the time constant τ_{d1} to pressurize ink therein so that ink droplets are delivered from a nozzle opening 2 with a speed V_1 .

When a second charge pulse II is generated with synchronizing a print preliminary signal (a), only the piezoelectric oscillators 6, 6, 6 ... to form dots are selectively charged by repeating the above steps so that ink is supplied from the common ink chamber 11 to the pressure generating chamber 9. Because the second charge pulse II also has a time constant τ_c , ink is supplied to the pressure generating chamber in the same condition as the first charge pulse I.

When the charge by the second charge pulse II is completed, a second discharge pulse II' is outputted with synchronizing a print signal (c) which has been already inputted. At the same time, a discharge time constant of the discharge circuit 23 is changed to be τ_{d2} by the time constant adjusting circuit 24.

A transistor Q4 constituting the second constant current circuit 23 is made to be on by the second discharge pulse II', and an electric charge of the condenser C is discharged by the time constant τ_{d2} which is smaller than that of τ_{d1} . Thus, the piezoelectric oscillators 6, 6, 6 ... are elongated at the time constant τ_{d2} .

The pressure generating chamber 9 is contracted at a speed determined by the time constant τ_{d2} , and delivers ink droplets which fly at a speed V_2 faster than the speed V_1 at which the ink droplets were delivered on the last occasion.

When the delivery of the second ink droplets is completed, similar to the above, a third charge pulse III is outputted with synchronizing a print preliminary signal (a) so that the pressure generating chamber 9 is inflated to draw ink thereinto.

When the charge by the third charge pulse III is completed, a third discharge pulse III' is outputted with synchronizing a print signal (c) which has been already inputted. At the same time, a discharge time constant of the second constant current circuit 23 is changed to be $\tau d3$ by the time constant adjusting circuit 24.

A terminal voltage of the condenser is linearly descended at the time constant $\tau d3$ by a third discharge pulse III', and the piezoelectric oscillators 6, 6, 6 ... are elongated at a speed determined by the time constant $\tau d3$. With the elongation of the piezoelectric oscillators 6, ink droplets are delivered from the nozzle opening 2, the ink droplets flying at a speed $V3$ which is about the same as the speed $V2$ at which ink were delivered on the last occasion.

The time constants $\tau d1$, $\tau d2$, and $\tau d3$ are sequentially decreased and the values thereof are so set that, before an ink droplet caused by the first discharge pulse I reaches to a recording paper, an ink droplet by the second discharge pulse II catches up to the ink droplet caused by the first discharge pulse I. Accordingly, the first and the second ink droplets are combined during their flight.

When the two ink droplets are combined, the speed becomes to be the average value of both of the ink droplets, and the speed is caused to be lower than that of the second ink droplet. Thus, when setting the speed $V3$ of an ink droplet caused by the third discharge pulse III to be higher than the speed of the second ink droplet, the three ink droplets are combined during their flight to become a single ink droplet and spotted on a recording paper.

(5-B)

Fig. 4 shows speeds of ink droplets for simultaneously combining three ink droplets during their flight on a recording paper, with a distance between a nozzle surface of a recording head to a recording paper, that is, a platen gap being 1.00mm, with a speed V_1 of a first ink droplet as a reference. Generally, a printing of a required quality can be executed when a speed of an ink droplet is within a range from 6 to 10 m/s by a recording head using the above piezoelectric oscillators of longitudinal oscillation mode. Thus, when the speed V_1 of a first ink droplet is set to be 6 to 10 m/s or the like, a second ink droplet and a third ink droplet can be flired at speeds V_2 and V_3 such that the second and third ink droplets are easily combined to the first ink droplets during their flight.

甲第5号証

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-336970

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

| (51) Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | FI | 技術表示箇所 |
|----------------------------|-------|--------|---------------|---------|
| B 4 1 J | 2/045 | | B 4 1 J 3/04 | 1 0 3 A |
| | 2/055 | | | 1 0 3 X |
| | 2/205 | | | C |
| H 0 1 L | 41/09 | | H 0 1 L 41/08 | |

審査請求 未請求 請求項の数13 FD (全12頁)

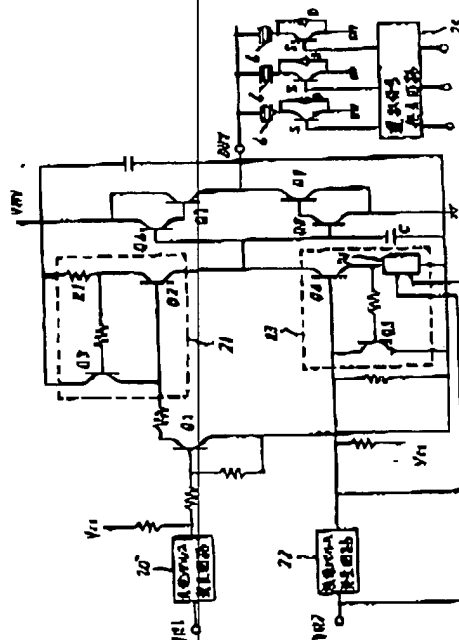
| | | | |
|--------------|-----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平8-90515 | (71) 出願人 | 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 |
| (22) 出願日 | 平成8年(1996)3月18日 | (72) 発明者 | 森田 隆久 長野県諏訪市大和5丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平7-113987 | (72) 発明者 | 熊野 聡 長野県諏訪市大和5丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| (32) 優先日 | 平7(1995)4月14日 | (74) 代理人 | 弁護士 木村 眞彦 (外1名) |
| (33) 優先権主張国 | 日本 (JP) | | |

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 1駆動周期内で一定の周期で複数のインク滴を吐出させ、飛翔中に合体させてドットを形成させること。

【解決手段】 固有振動周期 T_0 を有する圧電振動子6と、ヘルムホルツ周期 T_c の圧力発生室を備え、圧電振動子6の収縮変位により圧力発生室を膨張させ共通のインク室からインクを吸引し、また伸長により圧力発生室を収縮させてノズル開口からインク滴を吐出するの記録ヘッドと、圧電振動子6を所定速度で収縮させる第1の定電流回路21と、圧電振動子6を所定速度で伸長させる第2の定電流回路23と、外部からの印刷準備信号に同期して、駆動期間を複数に分割するとともに、ヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を出力する充電パルス発生回路20及び放電パルス発生回路22と、パルス信号により第2の定電流回路23の出力波形を変更して、最初に吐出されたインク滴が飛翔中に、最後に吐出されたインク滴が最初に吐出されたインク滴に合体させるべくインク滴の速度を上昇させる時定数調整回路24とを備える。



(2)

特開平 8-336970

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固有振動周期 T_a を有する圧電振動子と、ヘルムホルツ周期 T_c の圧力発生室を備え、前記圧電振動子の収縮変位または伸長変位により圧力発生室を膨張または収縮させて、共通のインク室からインクを吸引し、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、
前記圧電振動子を所定速度で収縮させる第 1 の信号を出力する第 1 の駆動信号出力手段と、
前記圧電振動子を所定速度で伸長させる第 2 の信号を出力する第 2 の駆動信号出力手段と、
外部からのドット形成信号に同期して、前記記録ヘッドの 1 駆動期間を n （ただし n は 2 以上の整数）に分割し、かつ前記ヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、
前記パルス信号により最初に吐出されたインク滴に、最後に吐出されたインク滴が飛翔中に合体する速度となるように前記第 1 の信号の特定数を調整する回路定数調整手段とからなるインクジェット式記録装置。
【請求項 2】 前記回路定数調整手段は、前記パルス信号により順次吐出されるインク滴の速度が順次速くなるように前記第 1 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。
【請求項 3】 前記回路定数調整手段は、後に吐出されるインク滴の量が少なくなるように前記第 1 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。
【請求項 4】 前記回路定数調整手段は、最初に吐出されるインク滴の速度を、第 2 番目以降に吐出されるインク滴の速度よりも小さく、また第 2 番目以降に吐出される複数のインク滴の速度が同一となるように前記第 1 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。
【請求項 5】 前記回路定数調整手段は、第 2 番目以降に吐出されるインク滴の量が最初に吐出されるインク滴の量よりも少なくなるように前記第 1 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 4 に記載のインクジェット式記録装置。
【請求項 6】 前記第 1、第 2 の駆動信号手段がコンデンサと抵抗の充放電回路からなり、また前記回路定数調整手段が抵抗調整回路からなる請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。
【請求項 7】 固有振動周期 T_a を有する圧電振動子と、ヘルムホルツ周期 T_c の圧力発生室を備え、前記圧電振動子の収縮変位または伸長変位により圧力発生室を膨張または収縮させて、共通のインク室からインクを吸引し、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、
前記圧電振動子を所定速度で収縮させる第 1 の信号を出力する第 1 の駆動信号出力手段と、

前記圧電振動子を所定速度で伸長させる第 2 の信号を出力する第 2 の駆動信号出力手段と、

外部からのドット形成信号に同期して、前記記録ヘッドの 1 駆動期間を n （ただし n は 2 以上の整数）に分割し、かつ前記ヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、
前記パルス信号により最初に吐出されたインク滴に、最後に吐出されたインク滴が飛翔中に合体する速度となるように前記第 2 の信号の特定数を調整する回路定数調整手段とからなるインクジェット式記録装置。

【請求項 8】 前記回路定数調整手段は、前記パルス信号により順次吐出されるインク滴の速度が順次速くなるように前記第 2 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 9】 前記回路定数調整手段は、後に吐出されるインク滴の量が多くなるように前記第 2 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 7 のインクジェット式記録装置。

【請求項 10】 前記回路定数調整手段は、最初に吐出されるインク滴の速度を、第 2 番目以降に吐出されるインク滴の速度よりも小さく、また第 2 番目以降に吐出される複数のインク滴の速度が同一となるように前記第 2 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 11】 前記回路定数調整手段は、第 2 番目以降に吐出されるインク滴の量が最初に吐出されるインク滴の量よりも多くなるように前記第 2 の駆動信号出力手段の特定数を調整する請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 12】 前記第 1、第 2 の駆動信号手段がコンデンサと抵抗の充放電回路からなり、また前記回路定数調整手段が抵抗調整回路からなる請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 13】 固有振動周期 T_a を有する圧電振動子と、ヘルムホルツ周期 T_c の圧力発生室を備え、前記圧電振動子の収縮変位、伸長変位により圧力発生室を膨張、収縮させて、共通のインク室からインクを吸引し、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、
前記圧電振動子を所定速度で収縮させる時定数が一定な第 1 の信号を出力する第 1 の駆動信号出力手段と、
前記圧電振動子を所定速度で伸長させ、かつ前記第 1 の信号の時定数が同一の第 2 の信号を出力する第 2 の駆動信号出力手段と、
外部からのドット形成信号に同期して、前記記録ヘッドの 1 駆動期間を n （ただし n は 2 以上の整数）に分割し、かつ前記ヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、
1 駆動周期内に最初にインク滴を吐出させる前記第 1 の信号と第 2 の信号との間の時間を、1 駆動周期内の他の第 1 の信号と第 2 の信号との間の時間よりも長くなるよ

(3)

特開平8-336970

うに設定して、1駆動周期内で吐出されたインク滴が飛翔中に合体するように回路定数を調整する回路定数調整手段とからなるインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術の分野】本発明は、印刷信号に対応して圧電振動子により圧力発生室の容積を変化させてノズル開口からインク滴を吐出させ、記録用紙に文字や画像を印刷するプリンタに関する。

【0002】

【従来の技術】インクジェット式記録装置は、圧力発生室の圧力を変化させてノズル開口からインク滴を吐出させて、記録用紙等に画像を形成する装置である。この画像品質を向上させるためには、小さなドットを高い密度で記録用紙等に形成することが必要である。しかしながら、1つのインク滴のインク量を調整することが困難なため、印刷信号により指定された事度に対応して複数のインク滴を吐出させてインク量を調整することが多く提案されているが、マテライト等により印字品質が低下するなどの問題がある。

【0003】このような問題を解消するため、例えば特開昭59-130066号公報や米国特許5,285,215号明細書に示されたように1つのドットを形成する複数のインク滴を途切れさずことなくノズル開口から吐出させ、飛翔中に1つのインク滴に合体させてから記録用紙に増強させ、もってキャリッジの移動によるインク滴相互間での位置ずれを無くして階調表現を可能としたものが提案されている。

【0004】この技術を具体的に説明すると、各圧力変動の第1の部分が駆動パルスの前縁部から生み出されかつ圧力発生室の容積の増加によって生じる圧力発生室の圧力の減少からなり、各圧力変動の第2の部分が駆動パルスの後縁部から生み出されかつインク室の容積の減少によって生じる圧力発生室の圧力の増加からなり、この圧力増加により圧力発生室からインク滴が噴射され、圧力変動の第2の部分の速度は駆動パルスの後縁部の傾斜に比例するインク滴の量を制御する方法に関するものである。

【0005】そして変換器手段に電圧印加して変換器手段をその長手軸方向に収縮させて圧力発生室の容積を増大させて圧力発生室内に負圧を発生させ、これによりインク供給リザーバからのインクを圧力発生室に流入させて圧力発生室をインクで満たす工程と、変換器手段への電圧印加を停止して変換器手段を電圧無印加状態に戻させ、圧力発生室の容積を急速に減少させてオリフィスからインク滴の噴射を開始する工程と、複数の連続した駆動パルスを変換器手段に付与する工程において、駆動パルスの少なくとも1つが、直前の駆動パルスの終了時からパルスにより噴射された直前のインク滴につながる尾端部がオリフィスから離れるまでの時間内に加えられ、

少なくとも1つの駆動パルスが直前の駆動パルスより大きい後縁部の傾斜を有している、複数の駆動パルスを変換器手段に付与する工程を備え、変換器手段の駆動周期を順次小さくしつつ繰り返して作動させて圧力発生室に所定の各複数の連続的な圧力変動を生じさせ、所定の各複数の連続的に順次速度の速くなるインク滴をオリフィスから、インク滴が空中を飛翔している間に合体できる時間内に噴射させる工程とを備えたものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、変換器の周期を順次変更する必要上、クロック信号が複雑化し、印刷制御が困難になるという問題がある。本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは印刷動作の基本タイミングを司るクロック信号を一定に維持しつつ、1つのドットを複数のインク滴により形成することができる新規なインクジェット式記録装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような問題を解消するために本発明においては、固有振動周期 T_e を有する圧電振動子と、ヘルムホルツ周期 T_c の圧力発生室を備え、前記圧電振動子の収縮位置または伸長位置により圧力発生室を膨張または収縮させて、共通のインク室からインクを吸引し、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、前記圧電振動子を所定速度で収縮させる第1の信号を出力する第1の駆動信号出力手段と、前記圧電振動子を所定速度で伸長させる第2の信号を出力する第2の駆動信号出力手段と、外部からのドット形成信号に同期して、前記記録ヘッドの1駆動期間を n （ただし n は2以上の整数）に分割し、かつ前記ヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、前記パルス信号により最初に吐出されたインク滴に、最後に吐出されたインク滴が飛翔中に合体する速度となるように前記第1の信号の時定数を調整する回路定数調整手段とを備えるようにした。

【0008】

【作用】1駆動期間内にヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p で、かつ周期が一定のパルス信号を複数発生させて、記録ヘッドを一定周期で複数回駆動し、印字信号の期間内に吐出されたインク滴を全て飛翔中に合体させる。

【0009】

【発明の実施の形態】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図1は本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、図中符号1は、ノズル開口2が穿設されたノズルプレート、3は、圧力発生室9を区画する通孔、圧力発生室9の両側と連通する2つのインク供給口10を区画する通孔または溝、及びこれらインク供給口10、10に連通する2つの共通のインク室11、11を区画す

(4)

特開平8-336970

る通孔が設けられた回路形成板。4は、圧電振動子6の先端に当接して弾性変形する振動板で、これらはノズルプレート1と振動板4とが回路形成板3の両面に配置となるように固定されて基板ユニット5を構成している。

【0010】7は、基台で、底部可能に圧電振動子6を収容する収容室8を備え、開口12から露出している圧電振動子6の先端に振動板4のアイランド部4aが当接するように固定基板13を介して圧電振動子6が固定されている。

【0011】この圧電振動子6には、変位の方向を軸方向とする縦振動モードのものが選ばれていて、圧電振動子6の先端面積が極めて小さいため、圧力発生室9をその容積を極めて小さく構成することができる。

【0012】この結果、圧力発生室9のヘルムホルツ周期 T_c を圧電振動子6の固有振動周期 T_a よりも小さくすることができる。これにより、圧電振動子6の縮小、伸長運動の停止後に生じる残留振動を可及的に小さくすべく、圧電振動子6をその固有振動周期 T_a に近い周期で駆動しても、圧力発生室9のインクが十分に退避して流れることになる。

【0013】また、ノズル開口2の流路インピーダンス Z_n が、インク供給口10の流路インピーダンス Z_r よりも1.5〜3倍程度と大きな値に設定されているため、インク吐出後のメニスカスの運動を急速に減衰させることが可能となり、インク滴吐出周期をホストからの印刷信号の周期に比較して格段に小さく設定することができる。

【0014】図2は、前述の記録ヘッドを駆動する駆動回路の一例を示すものであって、図中符号1N1は、圧電振動子6を縮小させる印刷準備信号（図3（a））の入力端子であり、また1N2は、縮小状態にある圧電振動子6を伸長させる印刷信号（図3（c））の入力端子である。

【0015】入力端子1N1には1駆動周期を複数の一周期、この実施例では図3（b）に示したように3つに分割する周期 T_1 の充電パルスI、II、IIIを出力する充電パルス発生回路20が接続されている。充電パルス発生回路20の出力端子にはレベルシフト用のトランジスタQ1を介して第1の定電流回路21が接続されている。

【0016】ところで、充電パルスI、II、III、及び放電パルスI'、II'、III'の周期 T_1 は、ヘルムホルツ周期 T_c よりも十分に大きく、かつ一定の値となるように選択されていて、インク滴吐出後の圧力発生室9の状態が安定した時点で、充電動作、及び放電動作を実行するように設定されている。

【0017】第1の定電流回路21は、トランジスタQ2、Q3と抵抗R1からなり、コンデンサCを一定の電流値で充電して、その端子電圧を時定数 τ_c で上昇させるように構成されている。

【0018】図中符号22は、放電パルス発生回路で、印刷信号の立ち上がり同期して駆動周期内で n 個（ただし、 n は2以上の整数）、この実施例では3つに分割する一定周期のパルス信号出力とともに、後述する時定数調整回路24の最大の時定数 τ_{d1} でコンデンサCを完全に放電させることができる時間幅のパルスを出力するものである。

【0019】23は、放電パルス発生回路22に接続された第2の定電流回路で、トランジスタQ4、Q5、及び抵抗値が調整できる時定数調整回路24として構成され、コンデンサCの電荷を時定数調整回路24の値で決まる時定数 τ_{d1} 、 τ_{d2} 、 τ_{d3} で放電させる。

【0020】この時定数調整回路24は放電パルスI'、II'、III'が入力される度にその数に応じて、サイクリックに抵抗値を変更、つまりこの実施例では、第1の放電パルスI'で時定数 τ_{d1} を、また第2のものII'で時定数 τ_{d2} 、さらに第3のものIII'で時定数 τ_{d3} を設定し、また印刷信号（c）の立ち下がりによりクリアされて、再び上述の過程で時定数を順次変更するように構成されている。

【0021】コンデンサCの端子はトランジスタQ6、Q7、及びトランジスタQ8、Q9をダーリントン接続してなる電流増幅回路を介して出力端子OUTに接続されている。

【0022】出力端子OUTには印刷信号を上記充電パルスに同期して複数に分割した選択信号発生回路25からの信号によりオンとなるトランジスタS、S、S……を介して記録ヘッドを構成している全ての圧電振動子6、6、6……が接続されている。

【0023】次にこのように構成した駆動回路の動作を図3に示した波形図を用いてさらに詳細に説明する。端子1N1に図3に示した印刷準備信号（a）が入力すると、その立ち上がりエッジに同期して一定周期 T_1 の第1の充電パルスIが出力する。第1の充電パルスIによりトランジスタQ1がオンとなり、これにより第1の定電流回路21を構成しているトランジスタQ2がオンとなり、これに接続されているコンデンサCに抵抗R1を介して一定電流が流れ込む。

【0024】コンデンサCの端子電圧は、トランジスタQ6、Q7で増幅されて出力端子OUTから各圧電振動子6に印加され、選択信号発生回路25からの信号により選択的にオンとなっているトランジスタS、S、S……を介して特定の圧電振動子6、6、6……だけが勾配 τ_c で充電されることになる。

【0025】これにより立ち上がり勾配 τ_c でもって圧電振動子6が縮小するから、圧力発生室9が膨張して共通のインク室11から圧力発生室9に一定量のインクが流れ込む。

【0026】充電パルスIのパルス幅により規定される時間が経過すると、トランジスタQ1がオフとなるか

5-A

(5)

特開平8-336970

ら、コンデンサCの充電が停止する。

【0027】ホールドタイムが経過すると、印刷信号入力端子1N2に印刷信号aが入力する。これにより放電パルス発生回路22から、この印刷信号に対する第1の放電パルスI'が出力し、同時に時定数調整回路24により第2の定電流回路23の時定数が $\tau d1$ に設定される。

【0028】第2の定電流回路23を構成しているトランジスタQ4がオンとなり、コンデンサCの電荷を時定数 $\tau d1$ により放電させる。これによりコンデンサCの端子電圧は、立ち下がり時定数 $\tau d1$ で直線的に降下する。

【0029】この立ち下がり電圧は、トランジスタQ8、Q9を介して出力端子OUTに出力され、各圧電振動子6、6、6...に印加されるが、ドットを形成すべき圧電振動子6にだけ充電されているので、これらの圧電振動子6、6、6...だけがダイオードD、D、D...を介して立ち下がり時定数 $\tau d1$ により放電し、この時定数 $\tau d1$ により定まる速度で伸長する。

【0030】この圧電振動子6の伸長により圧力発生室9は、時定数 $\tau d1$ で定まる速度で収縮してこのインクを加圧してノズル開口2から速度V1を持ったインク滴を吐出させる。

【0031】印刷予備信号aに同期して第2の充電パルスIIが発生すると、再び前述の工程を繰返してドットを形成すべき圧電振動子6、6、6...だけが選択的に充電され、共通のインク室11から圧力発生室9にインクが供給される。この第2の充電パルスIIも時定数 τc であるため、第1の充電パルスIと同じ状態で圧力発生室9にインクが供給されることになる。

【0032】第2の充電パルスIIによる充電が終了した段階で、先に入力した印刷信号aに同期して第2の放電パルスII'が出力され、同時に時定数調整回路24により放電回路23の放電時定数が $\tau d2$ に変更される。

【0033】第2の放電パルスII'により第2の定電流回路23を構成しているトランジスタQ4がオンとなり、コンデンサCの電荷を、前回よりも小さい放電時定数 $\tau d2$ により放電させる。これにより圧電振動子6、6、6...が時定数 $\tau d2$ で伸長する。

【0034】圧力発生室9は時定数 $\tau d2$ で定まる速度で収縮して、前回吐出されたインク滴の速度V1よりも速い速度V2で飛翔するインク滴を吐出する。

【0035】このようにして第2のインク滴の吐出が終了すると、前述と同様に印刷予備信号(a)に同期して第3の充電パルスIIIを出力して、圧力発生室9を膨張させて圧力発生室9にインクを吸引させる。

【0036】第3の充電パルスIIIによる充電が終了した段階で、先に入力した印刷信号(c)に同期して第3の放電パルスIII'が出力され、同時に時定数調整回路24により第2の定電流回路23の放電時定数が $\tau d3$ に変更される。

【0037】第3の放電パルスIII'によりコンデンサC

の端子電圧が時定数 $\tau d3$ で直線的に降下し、圧電振動子6、6、6...がこれにより定まる速度で伸長する。この圧電振動子6の伸長によりノズル開口2から前回吐出されたインク滴の速度V2程度の速度V3で飛翔するインク滴が吐出される。

【0038】ところで、これら放電時定数 $\tau d1$ 、 $\tau d2$ 、 $\tau d3$ は、順次小さくなるとともに、その値が第1の放電パルスI'に起因するインク滴が記録用紙に到達する以前に、第2の放電パルスII'によるインク滴が第1の放電パルスI'によるインク滴に追い付く速度に設定されているため、第1、第2のインク滴が飛翔の途中で合体する。

【0039】2つのインク滴が合体すると、両者のインク滴の速度のほぼ平均値となって第2のインク滴自身の速度よりも低下するので、第3の放電パルスIII'によるインク滴の速度V3を第2のインク滴の速度以上に設定しておけば、3つのインク滴が空中で合体して1つのインク滴となって記録用紙に到達することになる。

【0040】この結果、1つのインク滴により形成されたドットのインク量に比較して、ほぼ3倍のインク量でドットを形成することになり、インクの吸収層が大きな記録用紙であっても、目的のサイズのドットを形成することができ、これによりキャリッジの移動方向と紙送り方向におけるドットのサイズを、それぞれの紙質に対応して最適な値に調整することにより、キャリッジ駆動機構や紙送り機構の最小送り量に関わりなく、ドット間の空白を無くして白筋の発生を防止することができる。

【0041】そして、次の印刷信号が入力すると、時定数調整回路24がクリアされて、再び放電時定数が $\tau d1$ となる。

【0042】この実施例においては1つの印刷予備信号、及び印刷信号に対して3つのインク滴を発生させているが、ホストなどにより、1つの印刷予備信号、及び印刷信号に対するインク滴の数を、記録用紙の紙質や、また形成すべきドットの濃度に対応して、1つ、または2つ、4つ以上を選択することにより、紙質に対応して印刷を行うことができ、さらには同一紙質の記録用紙に対してはドット密度を変更することができる。

【0043】図4は、記録ヘッドのノズル表面から記録用紙までの距離、いわゆるブラテンギャップを1.0mmとした場合における、3つのインク滴が飛翔中に、同時に記録用紙面に合体するためのインク滴の速度を、第1のインク滴の速度V1を基準に示すものである。通常、上述した駆動モードの圧電振動子を使用した記録ヘッドでは、インク滴の速度が、6乃至10m/sの範囲であれば必要十分な品質で印刷が可能であるため、第1のインク滴の速度V1を6乃至10m/s程度に決定すると、第2のインク滴、第3のインク滴を無理なく第1のインク滴に飛翔中に合体させることができる速度V2、V3で飛翔させることが可能となる。

5-B

(6)

特開平8-336970

【0044】そして、このように少なくとも第2のインク滴及び第3のインク滴の速度が第1のインク滴よりも速くなるインク滴を空中で合体させていくと、たとえ第1のインク滴の速度が小さくても、図5に示すように記録用紙に到達する時点におけるインク滴の速度が、第2、第3のインク滴の運動エネルギーを受けて大きくなる。

【0045】すなわち、例えば複数 n ($n=3$ 発)のインク滴の速度を、 $V1 < V2 = V3$ の関係で吐出させた場合、 $V1$ が 20 m/s 以下であっても、第2のインク滴の速度 $V2$ が 20 m/s 以上であれば、合体した時点で増速される。これにさらに第3のインク滴を第2のインク滴と同一速度の速度 $V2 = V3$ で吐出すると、第1と第2のインク滴が合体したインク滴は、第3のインク滴の速度よりも小さいから、第3のインク滴が追いついて空中で合体する。このことから第2、第3のインク滴の速度が 20 m/s 以上（それぞれのインク滴の吐出時間間隔によって異なるが一例を上げるならば 2.4 m/s 程度）であれば、記録用紙に到達する時点の合体したインク滴の速度 $V1$ を 20 m/s にすることができる。

【0046】このように記録用紙への着弾時点のインク滴の速度を高めると、インク滴が記録用紙の表面に到達したとき、その運動エネルギーに応じて四方に広がるため、少ないインク量で大きなサイズのドットを形成することができ、特にカラー印刷等のように複色色を使用する印刷では、インク滴で形成されたドットの表面積を適やかに拡大してインクの虹線を早めて除去するドット間での混色を防止して印字品質を向上することができる。

【0047】なお、上述の実施例においては、インク滴を吐出させるための駆動周期を一定に維持しつつ、放電時定数だけを調整することによりインク滴の吐出速度を調整しているが、インク滴吐出時の圧電振動子6の伸長速度を一定に維持しても、吐出させるべきインク滴を構成するインク量を調整することによりインク滴の速度を変えることができる。

【0048】図6は、上述したインク量を調整することによりインク滴の速度を変更する場合の実施例を示すものであって、図中符号30は、第1の定電流回路31に設けられた時定数調整回路で、充電パルス発生回路20からの充電パルス（図7（b））により、抵抗値が順次変更されて第1の定電流回路31の時定数が順次小さくなる値 $\tau c1$ 、 $\tau c2$ 、 $\tau c3$ に調整するもので、次の印刷予備信号でクリアされるように構成されている。なお、図中符号32は、第2の定電流回路で、抵抗 $R2$ の抵抗値とコンデンサCの静電容量とで決まる一定の放電時定数 τd でコンデンサCの電荷を放電させるものである。

【0049】このように構成された装置の動作を図8に基づいて説明する。端子IN1に図7に示した印刷予備信号（a）が入力すると、その立ち上がりエッジに同期して一定周期T1で第1の充電パルス1が出力する。

【0050】これにより第1の定電流回路31に充電時定数 $\tau c1$ が設定され、同時にトランジスタQ1がオンとなり、第1の定電流回路20によりコンデンサCが時定数 $\tau c1$ で充電され、大きな時定数 $\tau c1$ でもって圧電振動子6が収縮するから、圧力発生室9がゆっくりと膨張してメニスカスの引き込み量を可及的に小さく抑えつつ（図8のI欄のメニスカスの引き込み）、共通のインク室11から圧力発生室9にインクが吸引される。

【0051】充電パルス1のパルス幅により規定される時間が経過すると、トランジスタQ1がオフとなるから、コンデンサCの充電が停止する。

【0052】所定時間が経過すると、印刷信号入力端子IN2に印刷信号（図7（c））が入力する。これにより放電パルス発生回路32から第1の放電パルス1'が出力し、第2の定電流回路32のトランジスタQ4がオンとなり、コンデンサCの電荷を抵抗R2で決まる一定の時定数 τd により放電させる。これによりコンデンサCの端子電圧は、時定数 τd で指数的に低下する。

【0053】この圧電振動子6は、放電電圧の時定数 τd で定まる速度で伸長して圧力発生室9を収縮させて、ノズル開口2から速度 $V1$ を持ったインク滴を吐出させる。

【0054】この場合には、大きな時定数 $\tau c1$ によりメニスカスの引き込みが小さいため、メニスカスの戻りが速く（図8のI欄のメニスカスの戻り）、多量 $m1$ のインクを吐出することになり（同インク滴の吐出）、吐出されたインク滴の速度 $V1$ は小さい。

【0055】印刷予備信号aに同期して第2の充電パルス11が発生すると、時定数調整回路30の時定数が、前回の時定数 $\tau c1$ よりも小さな $\tau c2$ に変更され、再び前述の工程を繰返してドットを形成すべき圧電振動子6、6、6……だけが選択的に充電される。今回の場合は、圧力発生室9が時定数 $\tau c2$ により若干急速に膨張するから、前回よりもメニスカスの引き込み量が大きくなる（図8のII欄のメニスカスの引き込み）。

【0056】第2の充電パルス11による充電が終了した段階で、第2の放電パルス11'が出力して、圧電振動子6が時定数 τd で定まる一定の速度で伸長して圧力発生室9を収縮させる。

【0057】今回の場合はメニスカスの引き込み量が若干大きいから、すぐに第2の放電パルス11'が出力されるので、メニスカスの戻り量が若干少なくなつて（図8のII欄のメニスカスの戻り）インク滴のインク量 $m2$ は前回の量 $m1$ よりも少なくなるが、前回の速度 $V1$ よりも速い速度 $V2$ で飛翔する（図8のII欄のインク滴の吐出）。

【0058】第2のインク滴の吐出が終了すると、前述と同様に印刷予備信号aに同期して発生した第3の充電パルス111により、時定数調整回路30が第3の時定数 $\tau c3$ となり、同時にこの時定数 $\tau c3$ により圧力発生室9

(7)

特開平8-336970

を膨張させて圧力発生室9にインクを吸引させる。

【0059】この時定数 $\tau c3$ は、前回の時定数 $\tau c2$ よりも大きいため、さらにメニスカスの引き込み量が大きくなる(図8のIIIのメニスカスの引き込み)。

【0060】第3の充電パルスIIIによる充電が終了した段階で、先に入力した印刷信号cに同期して第3の放電パルスIIIが出力し、ノズル開口2からインク滴が吐出する。この場合にはメニスカスの引き込みが大きくなった分、メニスカスの戻りが少なく(図8のIIIのメニスカスの戻り)、吐出するインク滴は、そのインク量 $m3$ がさらに少なくなる一方、前回のインク滴の速度 $v2$ よりも速い速度 $v3$ で飛翔する(図8のIIIのインク滴の吐出)。

【0061】したがって、第1のインク滴が記録用紙に到達する以前に第2、第3のインク滴が次々と第1のインク滴に追い付いて、飛翔中に合体して記録用紙に着弾することになる。

【0062】なお、上述の実施例においては、充電終了時の最大電圧の保持時間 $T2$ (図8におけるタイミングaからタイミングbまでの期間)を一定として、同一解像度での印刷時の階調性の調整に使用するものであるが、解像度そのものを変える場合には、充電開始からインク滴吐出動作の開始時点(図9におけるタイミングb)までの時間 $T3$ を一定にして、連続するインク滴の量を可及的に同一とする一方、その速度を増加させればよい。

【0063】すなわち、第1、第2、第3の圧力発生室の拡大の時定数 $\tau d1$ 、 $\tau c2$ 、 $\tau c3$ が順次小さくなるため、メニスカスの引き込み量が、図9(I)(II)、(III)欄のメニスカスの引き込みで示したように大きくなる。

【0064】一方、圧力発生室の拡大開始からインク吐出の時期(タイミングb)までの時間がそれぞれ $T3$ で同一であるため、図9(I)(II)、(III)欄のメニスカスの戻りで示したようにほぼ同一の位置まで戻っている。

【0065】しかしながら、メニスカスの戻りの速度 $v m1$ 、 $v m2$ 、 $v m3$ が順次大きいため、ノズル開口近傍のインク滴のノズル開口側への運動エネルギーが大きくなっている。このため、同一の時定数 τd により圧力発生室を収縮させても、インク滴の量 $m1$ 、 $m2$ 、 $m3$ が順次大きくなるばかりでなく、その速度 $v1$ 、 $v2$ 、 $v3$ も大きくなる。

【0066】この結果、より大きなインク滴をより大きな速度で吐出させて空中で合体させてから記録用紙に着弾させることができ、同一の記録装置で解像度が大きく異なる印刷が可能となる。

【0067】つまり、1つのインク滴でドットを形成する場合には1440dpiでの印刷が、また2つのドットを空中で合体させて1つのドットを形成する場合には720dpiでの印刷が、さらに3つのインク滴を空中で合体させて

1つのドットを形成する場合には360dpiでの印刷が可能となる。

【0068】なお、上述の実施例においては、放電時定数、または充電時定数を変更することによりインク滴の速度を調整しているが、放電時定数及び充電時定数の両方を、後から吐出されるインク滴の速度の方が順次速くなるように調整することにより、各インク滴の大きさを自由に調整することができて、幅広く記録用紙の種類やドットサイズに対応することができる。

【0069】また、上述の実施例においては、後で吐出されるインク滴ほどその速度を速くするようにしているが、前述の図5に示したように、インク滴の運動量保存の法則を積極的に利用すると、最初のインク滴の速度 $v1$ を速くし、引き続く2発目以降に吐出するインク滴の速度を最初のインク滴よりも速くするものの、第2発目以降のインク滴間の速度差をゼロ、つまり2発目乃至n発目のインク滴を同一の速度でかつ第1発目のインク滴の速度よりも速く吐出させても(同図5(イ))、これらn個のインク滴を飛翔中に合体させることが可能となる。

【0070】すなわち、第2発目のインク滴が最初のインク滴に合体すると、合体後のインク滴の速度 $v1'$ は、第1発目のインク滴の速度 $v1$ よりも大きくなるものの、第2発目のインク滴の速度 $v2$ よりかは小さい(同図(ロ))。そこで第3発目のインク滴が第2発目のインク滴と同一の速度 $v3=v2$ で吐出されると、前方を飛翔している第1と第2発目とが合体した飛翔中のインク滴に追い付き(同図(ハ))、最終的にはインク量 $m1+m2+m3$ で、速度 $v1'$ のインク滴(同図(ニ))が記録用紙に着弾する。

【0071】図10は、本発明の他の実施例を駆動波形でもって示すものであって、この実施例においては圧力発生室を膨張させるために圧電振動子を収縮させる充電時定数 $\tau c4$ 、及び圧力発生室を縮小させるために圧電振動子を伸張させる放電時定数 $\tau d4$ がともに一定で、ただホールドタイム $T5$ 、 $T6$ を異ならせた複数の駆動波形、この実施例では第1、第2、第3の駆動波形I、II、IIIを一定周期 $T1$ で印加するようにしたものである。

【0072】これら駆動波形I、II、IIIの具体的な値は、充電時定数 $\tau c4$ が $8\mu s$ 、放電時定数 $\tau d4$ が $8\mu s$ で、第1の駆動波形Iのホールドタイム $T5$ が $12\mu s$ 、第2及び第3の駆動波形II、IIIのホールドタイム $T6$ がともに $8\mu s$ に設定されている。

【0073】この結果、図11に示したように第1の駆動波形Iによるインク滴の速度は印字品質を保持できる最低限の速度、具体的には $6.5m/s$ (図12①)であり、また第2、第3の駆動波形II、IIIによるものはほぼ $13m/s$ (図12②、③)となるから、第1、第2の駆動波形I、IIにより発生したインク滴は飛行の途中で合体する。そして合体により形成されたインク滴は、

(B)

特開平8-336970

第1、第2のインク滴の速度のほぼ平均値程度、つまり 9 m/s 程度と第2のインク滴の速度よりも低い速度で飛翔するから、第2の駆動波形11と同一波形である第3の駆動波形111により発生したインク滴が第1、第2のインク滴が合体して形成されたインク滴の飛行中に合体して、3つのインク滴が一体となって記録媒体に到達する。

【0074】この実施例によれば、回路構成上、比較的設計、調整が困難な充電時定数 $\tau c4$ 、放電時定数 $\tau d4$ が一定で、かつ各駆動波形の周期も一定となるから、駆動回路の設計を簡素化することができる。

【0075】また、上述の実施例においては、振動モードの圧電振動子を用いた記録ヘッドに例を採って説明したが、薄板化により高速駆動が可能なたわみ振動モードの圧電振動子を用いた記録ヘッドに適用しても同様の作用を奏することは明らかである。

【0076】

【発明の効果】以上、説明したように本発明においては、固有振動周期 T_a を有する圧電振動子と、ヘルムホルツ周期 T_c の圧力発生室を備え、圧電振動子の収縮変位または伸長変位により圧力発生室を膨張、収縮させて、共通のインク室からインクを吸引し、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、圧電振動子を所定速度で収縮させる第1の信号を出力する第1の駆動信号出力手段と、圧電振動子を所定速度で伸長させる第2の駆動信号を出力する第2の駆動信号出力手段と、外部からのドット形成信号に同期して、記録ヘッドの1駆動期間を複数に分割し、かつヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、パルス信号により最初に吐出されたインク滴に、最後に吐出されたインク滴が飛翔中に合体する速度となるように第1、第2の駆動信号出力手段の少なくとも一方の回路定数を調整する回路定数調整手段とを備えたので、1駆動期間内にヘルムホルツ周期 T_c よりも大きな周期 T_p のパルス信号を複数発生させて、規則的に記録ヘッドを1印刷信号に対して一定の周期で複数回駆動

し、もって各インク滴の間の周期の変更を必要とすることなく、複数のインク滴を飛翔中に合体させて面積陰調を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施例を示すブロック図である。

【図3】図(a)乃至(e)は、それぞれ同上装置の動作を1駆動周期について示す波形図である。

【図4】複数のインク滴が飛翔中に合体できる速度を先頭のインク滴を基準として示す線図である。

【図5】図(i)乃至(ii)は、それぞれ同上装置におけるインク滴の合体の形態と、その速度の変化を模式的に示す図である。

【図6】本発明の他の実施例を示すブロック図である。

【図7】図(a)乃至(e)は、それぞれ同上装置の動作を示す波形図である。

【図8】同上装置における各インク滴毎のメニスカスの挙動を示す図である。

【図9】本発明の他の実施例を各インク滴毎のメニスカスの挙動をもって示す図である。

【図10】本発明の他の実施例を駆動波形をもって示す図である。

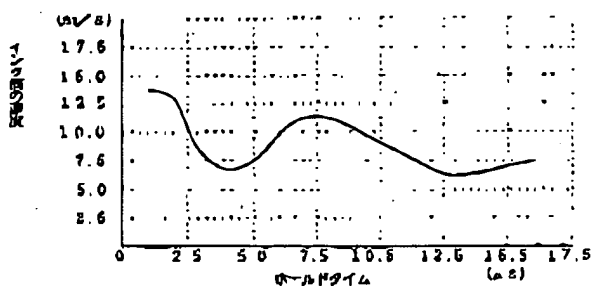
【図11】ホールド時間とインク滴遅延との関係を示す線図である。

【図12】連続的に吐出されるインク滴の速度とホールドタイムとの関係を示す線図である。

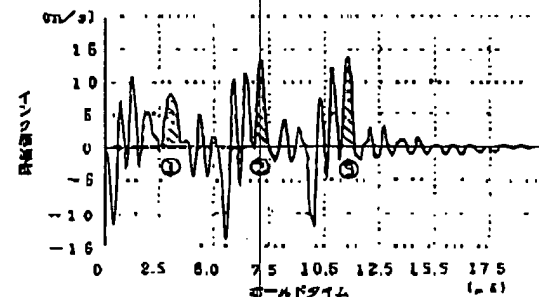
【符号の説明】

- 2 ノズル開口
- 6 圧電振動子
- 9 圧力発生室
- 10 インク供給口
- 11 共通のインク室
- 21 第1の定電流回路
- 23 第2の定電流回路
- 24 特定値調整回路

【図11】



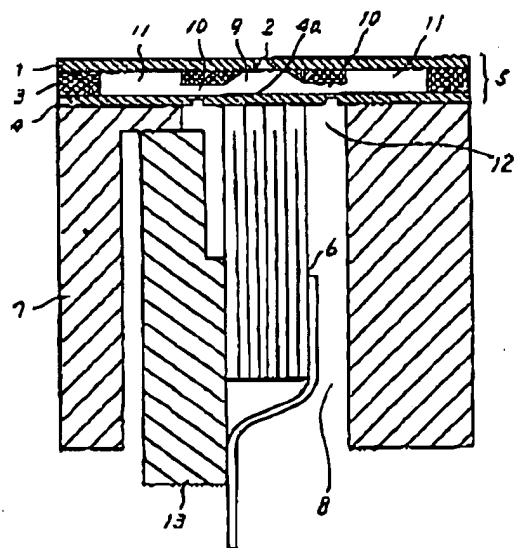
【図12】



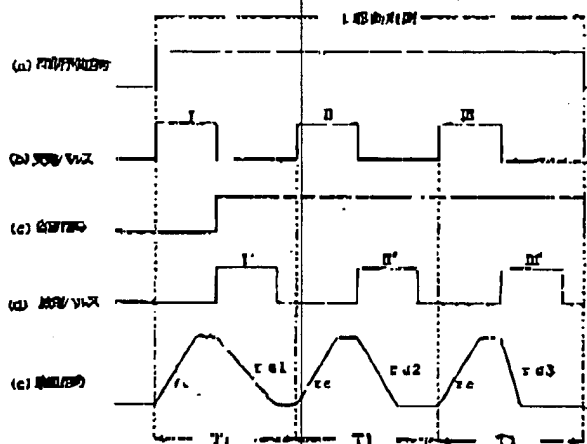
(9)

特開平 8 - 336970

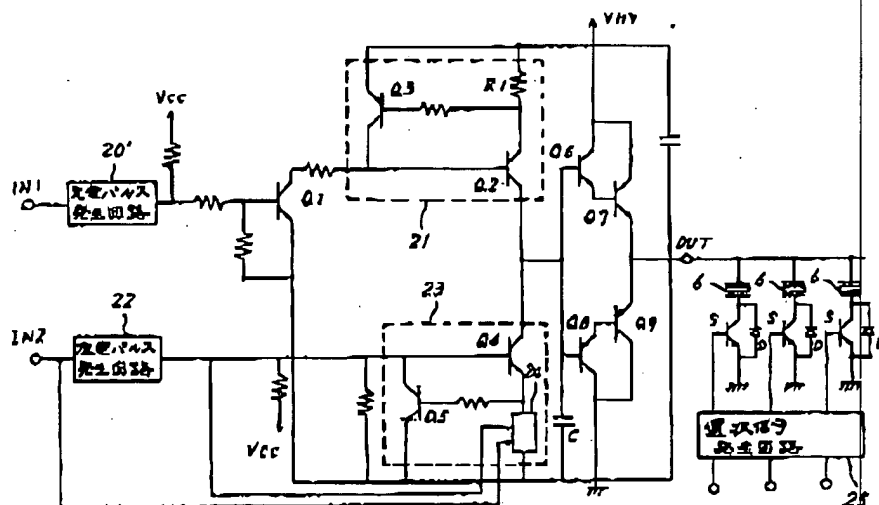
[7]



[123]



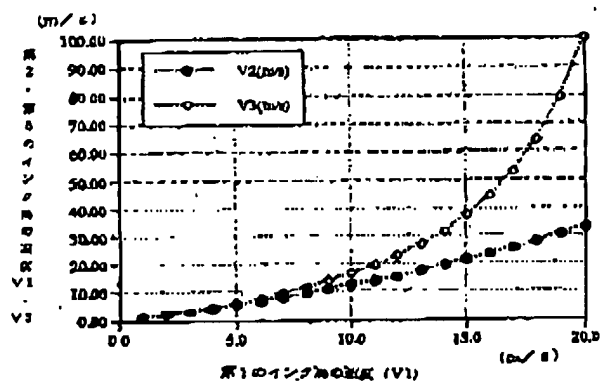
【圖 2】



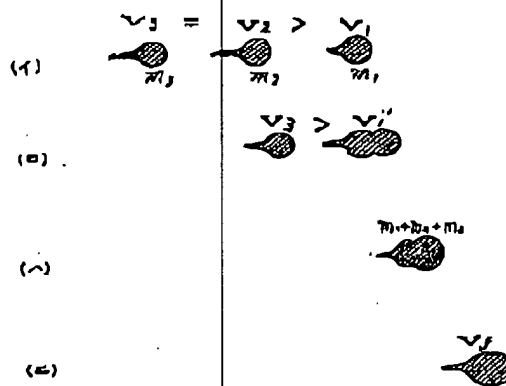
(10)

待開平B-336970

【図4】

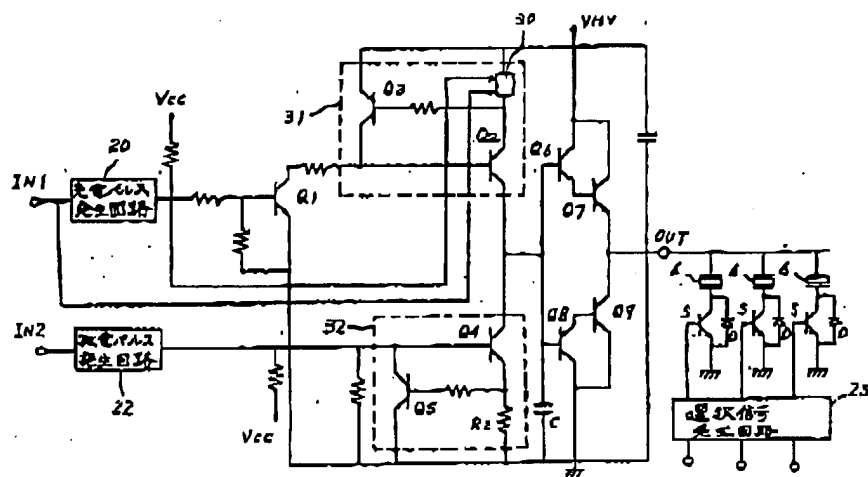


【図5】



移動距離

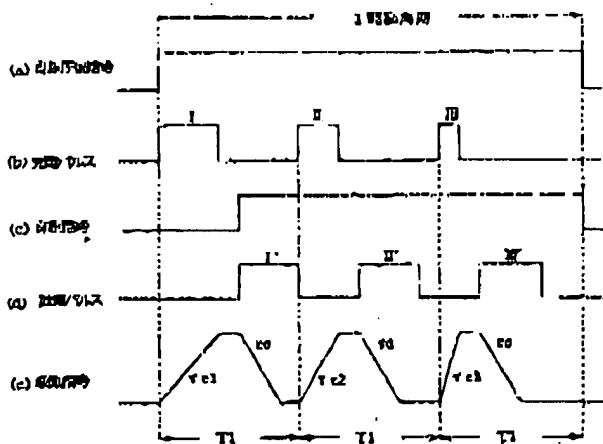
【図6】



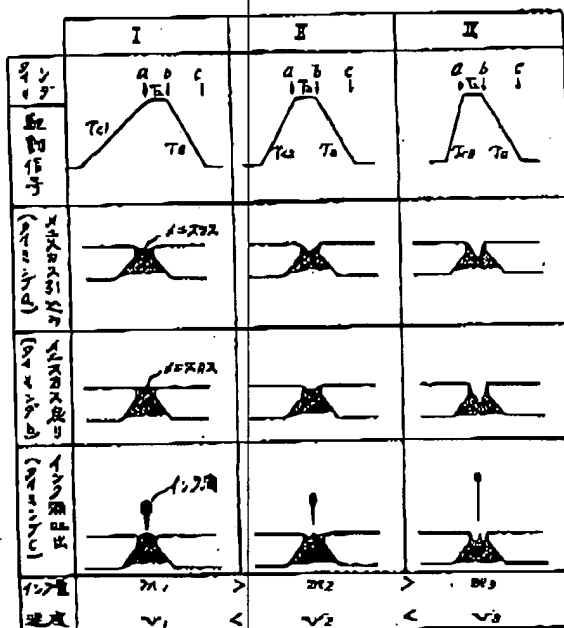
(11)

特開平8-336970

【図7】



【図8】



(12)

特開平 8-336970

【図 10】

